

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-56921

(P 2 0 0 1 - 5 6 9 2 1 A)

(43)公開日 平成13年2月27日 (2001.2.27)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>

G11B 5/66

H01F 10/08

10/26

識別記号

F I

G11B 5/66

H01F 10/08

10/26

テ-マコード (参考)

5D006

5E049

(21)出願番号 特願2000-107071(P 2000-107071)

(22)出願日 平成12年4月7日(2000.4.7)

(31)優先権主張番号 特願平11-161329

(32)優先日 平成11年6月8日(1999.6.8)

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72)発明者 梅田 久

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 ノエル アバラ

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

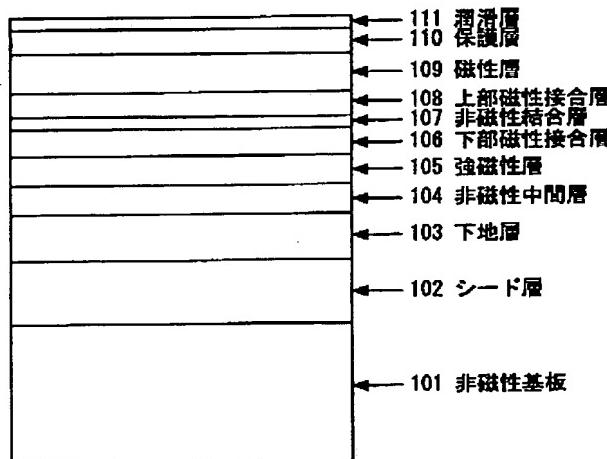
(54)【発明の名称】磁気記録媒体

(57)【要約】

**【課題】** 本発明は磁気記録媒体及び磁気記憶装置に関し、書き込まれたビットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行うことを目的とする。

**【解決手段】** 少なくとも1つの交換層構造と該交換層構造上に設けられた磁性層を備え、該交換層構造は強磁性層と該強磁性層上に設けられた非磁性結合層を含む磁気記録媒体であって、前記強磁性層と前記非磁性結合層との間及び該非磁性結合層と前記磁性層との間のうち少なくとも一方の間に磁性接合層を含み、前記磁性接合層は接する前記強磁性層及び前記磁性層と平行な磁化方向を有するように構成する。

本発明になる磁気記録媒体の第3実施例の要部を示す断面図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの交換層構造と該交換層構造上に設けられた磁性層を備え、該交換層構造は強磁性層と該強磁性層上に設けられた非磁性結合層を含む磁気記録媒体であって、  
前記強磁性層と前記非磁性結合層との間及び該非磁性結合層と前記磁性層との間のうち少なくとも一方の間に磁性接合層を含み、  
前記磁性接合層は接する前記強磁性層及び前記磁性層と平行な磁化方向を有する、磁気記録媒体。

【請求項2】 請求項1に記載の磁気記録媒体において、前記磁性接合層は前記強磁性層及び前記磁性層とは異なる強磁性材料からなることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の磁気記録媒体において、前記非磁性結合層の上下に上部磁性接合層及び下部磁性接合層を有し、該上部磁性接合層と下部磁性接合層との間の交換相互作用は、前記磁性層と前該磁性層間との間の交換相互作用よりも大きいことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項4】 請求項1から3いずれかに記載の磁気記録媒体において、前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向とは互いに反平行であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項5】 請求項4記載の磁気記録媒体において、前記非磁性結合層はRu、Rh、Ir、Cu、Ru系合金、Rh系合金、Ir系合金及びCu系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には0.4から1.0nmの範囲内で選定された膜厚を有し、Cr及びCr系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には1.5から2.1nmの範囲内で選定された膜厚を有することを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項6】 請求項1から3いずれかに記載の磁気記録媒体において、前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向とは互いに平行であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項7】 請求項6記載の磁気記録媒体において、前記非磁性結合層はRu、Rh、Ir、Cu、Ru系合金、Rh系合金、Ir系合金及びCu系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には0.2から0.4nm及び1.0から1.7nmの範囲から選定された膜厚を有し、Cr及びCr系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には1.0から1.4nm及び2.6から3.0nmの範囲から選定された膜厚を有することを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項8】 請求項1から7のいずれかに記載の磁気記録媒体において、前記磁性接合層は、Co、Fe、Fe系合金、Ni系合金及びCoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-Mを含むCo系合金からなるグループから選択された材料からなり、M=B、Mo、Nb、

Ta、W、Cu、又はこれらの合金であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項9】 請求項8記載の磁気記録媒体において、前記磁性接合層のCo濃度又はFe濃度は、前記強磁性層及び磁性層のCo濃度又はFe濃度より高いことを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項10】 請求項1から9のいずれかに記載の磁気記録媒体において、前記磁性接合層は1から5nmの範囲内で選定された膜厚を有することを特徴とする磁気記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気記録媒体及び磁気記憶装置に係り、特に高密度記録に適した磁気記録媒体及び磁気記録装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】情報処理技術の発達に伴い、磁気記録媒体に対し高密度化の要求が高まっている。この要求を満たすための磁気記録媒体に求められる特性は、例えばハードディスクでは、低ノイズ、高保磁力、高残留磁化、高分解能がある。

【0003】磁気ディスク等の水平磁気記録媒体の記録密度は、媒体ノイズの低減及び磁気抵抗効果型ヘッド及びスピンドル型ヘッドの開発により、著しく増大した。代表的な磁気記録媒体は、基板と、下地層と、磁性層と、保護層とがこの順序で積層された構造を有する。下地層は、Cr又はCr系合金からなり、磁性層は、Co系合金からなる。

【0004】媒体ノイズを低減する方法は、今までに各種提案されている。例えば、Okamoto et al., "Rigid Disk Medium For 5Gbit/in<sup>2</sup> Recording", AB-3, Intermag '96 Digestには、CrMoからなる適切な下地層を用いて磁性層の膜厚を減少させることで、磁性層の粒子サイズ及びサイズ分布を減少させることが提案されている。又、米国特許第5,693,426号では、NiAlからなる下地層を用いることが提案されている。更に、Hosoe et al., "Experimental Study of Thermal Decay in High-Density Magnetic Recording Media", IEEE Trans. Magn. Vol. 33, 1528 (1997) では、CrTiからなる下地層を用いることが提案されている。上記の如き下地層は、磁性層の面内配向を促し残留磁化及びビットの熱安定性を増加させる。磁性層の膜厚を減少させて、解像度を高くする、或いは、書き込まれたビット間の遷移幅を減少させることも提案されている。更に、CoCr系合金からなる磁性層のCr偏析を促進させ、

40 粒子間の交換結合を減少させることも提案されている。

50 粒子間の交換結合を減少させることも提案されている。

【0005】しかし、磁性層の粒子が小さくなり互いに磁気的により孤立するにつれ、書き込まれたビットは、線密度に応じて増加する減磁界と熱活性化とにより不安定になる。Lu et al., "Thermal Instability at 10 Gbit/in<sup>2</sup> Magnetic Recording", IEEE Trans. Magn. Vol. 30, 4230 (1994) では、マイクロマグネティックシミュレーションにより、直径が10nmで400kfcのビットでK<sub>u</sub>V/k<sub>b</sub>T～60なる比の各粒子の交換結合を抑制された媒体では、大幅な熱的ディケイを受けやすいことが発表されている。ここで、K<sub>u</sub>は磁気異方性の定数、Vは磁性粒子の平均体積、k<sub>b</sub>はボルツマン定数、Tは温度を示す。尚、K<sub>u</sub>V/k<sub>b</sub>Tなる比は、熱安定性係数とも呼ばれる。

【0006】Abarra et al., "Thermal Stability of Narrow Track Bits in a 5 Gbit/in<sup>2</sup> Medium", IEEE Trans. Magn. Vol. 33, 2995 (1997) では、粒子間の交換相互作用の存在が書き込まれたビットを安定化させることができ、5Gbit/in<sup>2</sup>のCoCrPtTa/CrMo媒体のアニールされた200kfcのMFM(磁気力顕微鏡)解析により報告されている。ところが、20Gbit/in<sup>2</sup>以上の記録密度では、更なる粒子間の磁気的結合の抑制が必須となる。

【0007】これに対する順当な解決策は、磁性層の磁気異方性を増加させることであった。しかし、磁性層の磁気異方性を増加させるには、ヘッドの書き込み磁界に大きな負荷がかかってしまう。

【0008】又、熱的に不安定な磁気記録媒体の保磁力は、He et al., "High Speed Switching in Magnetic Recording Media", J. Magn. Magn. Mater. Vol. 155, 6 (1996)において磁気テープ媒体について、そして、J. H. Richter, "Dynamic Coercivity Effects in Thin Film Media", IEEE Trans. Magn. Vol. 34, 1540 (1997)において磁気ディスク媒体について報告されているように、スイッチ時間の減少に応じて急激に増加する。このため、データ速度に悪影響が生じてしまう。つまり、磁性層にどれくらい速くデータを書き込めるか、及び、磁性粒子の磁化を反転させるのに必要なヘッドの磁界強度が、スイッチ時間の減少に応じて急激に増加する。

【0009】他方、熱安定性を向上させる他の方法として、磁性層の下の基板に適切なテクスチャ処理を施すことにより、磁性層の配向率を増加させる方法も提案されている。例えば、発行中のAkimoto et al.

1., "Magnetic Relaxation in Thin Film Media as a Function of Orientation", J. Magn. Magn. Mater. (1999) では、マイクロマグネティックシミュレーションにより、実効的なK<sub>u</sub>V/k<sub>b</sub>T値が配向率の僅かな増加により増大することが報告されている。この結果、Abarra et al., "The Effect of Orientation Ratio on the Dynamic Coercivity of Media for >15 Gbit/in<sup>2</sup> Recording", EB-02, Intermag '99, Koreaにおいて報告されているように、磁気記録媒体のオーバーライト性能を向上する保磁力の時間依存性をより弱めることができる。

【0010】更に、熱安定性を向上するための、キーパ磁気記録媒体も提案されている。キーパ層は、磁性層と平行な軟磁性層からなる。この軟磁性層は、磁性層の上又は下に配置される。多くの場合、Cr磁気絶縁層が軟磁性層と磁性層との間に設けられる。軟磁性層は、磁性層に書き込まれたビットの減磁界を減少させる。しかし、磁性層と連続的に交換結合する軟磁性層の結合により、磁性層の粒子の減結合という目的が達成されなくなってしまう。その結果、媒体ノイズが増大する。

【発明が解決しようとする課題】熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減する方法は、様々なものが提案されている。しかし、提案されている方法では、書き込まれたビットの熱安定性を大幅に向上することはできず、このため、媒体ノイズを大幅に減少させることは難しいという問題があった。更に、提案方法によっては、媒体ノイズを低減するための対策のために、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼしてしまうという問題もあった。

【0011】具体的には、熱安定性の高い磁気記録媒体を得るためにには、(i) 磁気異方性定数K<sub>u</sub>を増加させる、(ii) 温度Tを減少させる、又は、(iii) 磁性層の粒子体積Vを増加させる等の対策が考えられる。しかし、対策(i)では保磁力が増加してしまい、磁性層に情報を書き込むことがより難しくなってしまう。他方、対策(ii)は、例えばディスクドライブ等の動作温度が60℃を超えることがあることを考慮すると、非実用的である。更に、対策(iii)は、前記の如く媒体ノイズを増加させてしまう。又、対策(iii)に代わって、磁性層の膜厚を増加させることも考えられるが、この方法では解像度が低下してしまう。

【0012】そこで、本発明は、書き込まれたビットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行える磁気記録媒体及び磁気記憶装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】上記の課題は、少なくとも1つの交換層構造と該交換層構造上に設けられた磁性層を備え、該交換層構造は強磁性層と該強磁性層上に設けられた非磁性結合層を含む磁気記録媒体であって、前記強磁性層と前記非磁性結合層との間及び該非磁性結合層と前記磁性層との間のうち少なくとも一方の間に磁性接合層を含み、前記磁性接合層は接する前記強磁性層及び前記磁性層と平行な磁化方向を有する、磁気記録媒体により達成できる。

【0014】本発明によれば、書き込まれたピットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行える磁気記録媒体を実現できる。

【0015】前記磁性接合層は前記強磁性層及び前記磁性層とは異なる強磁性材料とすることができる。ここで異なる材料とは構成する組成材料が同じでも含有比率が異なるものも含まれる。

【0016】前記非磁性結合層の上下に上部磁性接合層及び下部磁性接合層を有する場合は、該上部磁性接合層と下部磁性接合層との間の交換相互作用は、前記磁性層と前該磁性層間との間の交換相互作用よりも大きい構成とするのが好ましい。

【0017】前記非磁性結合層は、Ru、Rh、Ir、Cr、Cu、Ru系合金、Rh系合金、Ir系合金、Cr系合金、及びCu系合金からなるグループから選択された材料からなる構成であってもよい。

【0018】前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向は、前記非磁性結合層の膜厚により互いに反平行或いは平行とすることができますがそのどちらの状態でもよい。

【0019】前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向とを反平行にするには、前記非磁性結合層がRu、Rh、Ir、Cu、Ru系合金、Rh系合金、Ir系合金及びCu系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には0.4から1.0nmの範囲内で選定された膜厚を有し、Cr及びCr系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には1.5から2.1nmの範囲内で選定された膜厚を有する構成が好ましい。

【0020】また、前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向とを平行にするには、前記非磁性結合層がRu、Rh、Ir、Cu、Ru系合金、Rh系合金、Ir系合金及びCu系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には0.2から0.4nm及び1.0から1.7nmの範囲から選定された膜厚を有し、Cr及びCr系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には1.0から1.4nm及び2.6から3.0nmの範囲から選定された膜厚を有する構成が好ましい。

【0021】前記強磁性層は、Co、Ni、Fe、Ni

系合金、Fe系合金、及びCoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-Mを含むCo系合金からなるグループから選択された材料からなり、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu、又はこれらの合金であってもよい。この強磁性層は、2～10nmの範囲内で選定された膜厚を有してもよい。

【0022】前記磁性接合層は、Co、Fe、Fe系合金、Ni系合金及びCoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-Mを含むCo系合金からなるグループから選択された材料からなり、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu、又はこれらの合金であってもよい。

【0023】前記磁性接合層のCo濃度又はFe濃度は、前記強磁性層及び磁性層のCo濃度又はFe濃度より高く構成するのが好ましい。なお、強磁性層或いは磁性層にCo又はFeを用いたときには、磁性接合層を省略することができる。磁性接合層を設けるときには、強磁性層或いは磁性層で用いた材料とは逆の材料Fe又はCoを用いることが好ましい。

【0024】また、上記非磁性結合層にRu、Rh、Ir、Cu、Ru系合金、Rh系合金、Ir系合金、又はCu系合金を用いる場合には、前記磁性接合層にはCo、Co系合金、又はNiFeを用いることが推奨される。また、非磁性結合層にCr、又はCr系合金を用いた場合には、前記磁性接合層にはFe、又はFe系合金を用いることが推奨される。前記磁性接合層は1から5nmの範囲内で選定された膜厚を有してもよい。

【0025】前記磁性層は、Co、Ni、Fe、Ni系合金、Fe系合金、及びCoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-Mを含むCo系合金からなるグループから選択された材料からなり、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu又はこれらの合金であってもよい。この磁性層は、5～30nmの範囲内で選定された膜厚を有してもよい。

【0026】なお、前記磁気記録媒体は、基板と、該基板の上方に設けられた下地層とを更に備え、前記交換層構造は、該下地層の上方に設けられている構成としても良い。さらに、前記磁気記録媒体は、前記下地層と前記交換層構造との間に設けられた非磁性中間層を更に備え、該非磁性中間層は、CoCr-Mからなるグループから選択されたhcp構造の合金からなり、1～5nmの範囲で選定された膜厚を有し、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu又はこれらの合金であっても良い。またさらに、磁気記録媒体は、前記基板と前記下地層との間に設けられたシード層を更に備えた構成としても良い。前記シード層はテクスチャ処理又は酸化処理を施されているNiP層であってもよい。又は、前記シード層は、NiAl及びFeAlからなるグループから選択されたB2構造を有する合金からなる構成であってもよい。

【0027】前記磁気記録媒体は、少なくとも第1の交換層構造と、該第1の交換層構造と前記磁性層との間に

設けられた第2の交換層構造とを備え、該第2の交換層構造の強磁性層の磁気異方性は該第1の交換層構造の強磁性層の磁気異方性より弱く、該第1及び第2の交換層構造の強磁性層は互いに磁化方向が反平行となる構成であってもよい。

【0028】磁気記録媒体は、少なくとも第1の交換層構造と、該第1の交換層構造と前記磁性層との間に設けられた第2の交換層構造とを備え、該第2の交換層構造の強磁性層の残留磁化と膜厚との積は該第1の交換層構造の強磁性層の残留磁化と膜厚との積より小さく、該第1及び第2の交換層構造の強磁性層は互いに磁化方向が反平行となる構成であってもよい。

【0029】上記の課題は、上記のいずれかの磁気記録媒体を少なくとも1つ備えた磁気記憶装置によつても達成できる。本発明によれば、書き込まれたビットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行える磁気記憶装置も実現できる。

#### 【0030】

【発明の実施の形態】先ず、本発明の動作原理を説明する。

【0031】本発明は、互いに反平行である磁化構造を有する複数の層を用いるものである。例えば、S. S. P. Parkin, "Systematic Variation of the Strength and Oscillation Period of Indirect Magnetic Exchange Coupling through the 3d, 4d, and 5d Transition Metals", Phys. Rev. Lett. Vol. 67, 3598 (1991)においては、Ru, Rh等の薄い非磁性中間層を介して磁性層に結合するCo, Fe, Ni等の磁気遷移金属が説明されている。他方、米国特許第5,701,223号公報には、センサの安定化のために、上記の如き層を積層されたピニング層として用いるスピンドルプが提案されている。

【0032】2つの強磁性層の間に設けられたRu又はRh層が特定の膜厚を有する場合、強磁性層の磁化方向を互いに平行又は反平行にすることができる。例えば、互いに異なる膜厚で磁化方向が反平行である2つの強磁性層からなる構造の場合、磁気記録媒体の有効粒子サイズは、解像度に実質的な影響を及ぼすことなく増加させることができる。このような磁気記録媒体から再生された信号振幅は、逆方向の磁化により減少するが、これに對しては、積層磁性層構造の下に、適切な膜厚及び磁化方向の層を更に設けることで、1つの層による影響を打ち消すことができる。この結果、磁気記録媒体から再生される信号振幅を増大させ、且つ、実効粒子体積を増大させることができる。従つて、熱安定性の高い書き込まれたビットを実現することができる。

【0033】本発明は、磁性層を他の強磁性層と逆の磁化方向で交換結合させるか、或いは、積層フェリ磁性構造を用いることにより、書き込まれたビットの熱安定性を向上させる。強磁性層又は積層フェリ磁性構造は、交換-減結合された粒子からなる磁性層からなる。つまり、本発明は、磁気記録媒体の熱安定性の性能を向上させるために、交換ピニング強磁性層又はフェリ磁性多層構造を用いる。

【0034】図1は、本発明による磁気記録媒体の第1実施例の要部を示す断面図である。磁気記録媒体は、非磁性基板1、第1のシード層2、NiP層3、第2のシード層4、下地層5、非磁性中間層6、強磁性層7、非磁性結合層8、磁性層9、保護層10及び潤滑層11が、図1に示すようにこの順序で積層された構造を有する。

【0035】例えば、非磁性基板1は、Al、Al合金又はガラスからなる。この非磁性基板1は、テクスチャ処理を施されていても、施されていなくても良い。第1のシード層2は、特に非磁性基板1がガラスからなる場合には、例えばNiPからなる。NiP層3は、テクスチャ処理又は酸化処理を施されていても、施されていなくても良い。第2のシード層4は、下地層5にNiA1、FeAl等のB2構造の合金を用いた場合の下地層5の(001)面又は(112)面の配向を良好にするために設けられている。第2のシード層4は、第1のシード層2と同様な適切な材料からなる。

【0036】磁気記録媒体が磁気ディスクの場合、非磁性基板1又はNiP層3に施されるテクスチャ処理は、ディスクの周方向、即ち、ディスク上のトラックが延する方向に沿つて行われる。

【0037】非磁性中間層6は、磁性層9のエピタキシャル成長、粒子分布幅の減少、及び磁気記録媒体の記録面と平行な面に沿つた磁性層9の異方性軸（磁化容易軸）の配向を促進するために設けられている。この非磁性中間層6は、CoCr-M等のhcp構造を有する合金からなり、1~5nmの範囲に選定された膜厚を有する。ここで、M=B, Mo, Nb, Ta, W, Cu又はこれらの合金である。

【0038】強磁性層7は、Co、Ni、Fe、Co系合金、Ni系合金、Fe系合金等からなる。つまり、CoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-Mを含むCo系合金を、強磁性層7に用いることができる。ここで、M=B, Mo, Nb, Ta, W, Cu又はこれらの合金である。この強磁性層7は、2~10nmの範囲に選定された膜厚を有する。非磁性結合層8は、Ru、Rh、Ir、Cr、Cu、Ru系合金、Rh系合金、Ir系合金、Cr系合金、Cu系合金等からなる。例えば、この非磁性結合層8は、0.4~1.0nmの範囲に選定された膜厚を有し、好ましくは約0.8nmの膜厚を有する。非磁性結合層8の膜厚をこのような範囲に選定

することにより、強磁性層7及び磁性層9の磁化方向が互いに反平行となる。強磁性層7及び非磁性結合層8は、交換層構造を構成する。

【0039】磁性層9は、Co又はCoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-Mを含むCo系合金等からなる。ここで、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu又はこれらの合金である。磁性層9は、5~30nmの範囲に選定された膜厚を有する。勿論、磁性層9は、単一層構造のものに限定されず、多層構造からなる構成であつても良いことは、言うまでもない。

【0040】保護層10は、例えばCからなる。又、潤滑層11は、磁気記録媒体を例えばスピンドルヘッド等の磁気トランステューサと使用するための、有機物潤滑剤からなる。保護層10及び潤滑層11は、磁気記録媒体上の保護層構造を構成する。

【0041】交換層構造の下に設けられる層構造は、勿論図1に示すものに限定されない。例えば、下地層5は、Cr又はCr系合金からなり、基板1上に5~40nmの範囲に選定された膜厚に形成し、交換層構造は、このような下地層5上に設けても良い。

【0042】次に、本発明になる磁気記録媒体の第2実施例を説明する。

【0043】図2は、本発明になる磁気記録媒体の第2実施例の要部を示す断面図である。同図中、図1と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

【0044】この磁気記録媒体の第2実施例では、交換層構造が、フェリ磁性多層構造を構成する、2つの非磁性結合層8、8-1及び2つの強磁性層7、7-1からなる。このような構造を用いることにより、2つの非磁性結合層8、8-1の磁化は、磁性層9の一部を打ち消すことなく、互いに打ち消し合うので、実効磁化及び信号を増大することが可能となる。この結果、磁性層9の粒子体積及び磁化の熱安定性が効果的に増大される。記録層の磁化容易軸の配向が好ましく保たれる限り、強磁性層と非磁性層の対からなる追加される2層構造により、実効的な粒子体積の増大を図ることができる。

【0045】強磁性層7-1は、強磁性層7と同様の材料からなり、膜厚も強磁性層7と同様の範囲に選定される。又、非磁性結合層8-1は、非磁性結合層8と同様の材料からなり、膜厚も非磁性結合層8と同様の範囲に選定される。強磁性層7、7-1間では、c軸は実質的に面内方向に沿っており、粒子は柱状に成長する。

【0046】本実施例では、強磁性層7-1の磁気異方性は、強磁性層7の磁気異方性より強く設定されている。しかし、強磁性層7-1の磁気異方性は、磁性層9の磁気異方性より強く、又は、同じに設定されていても良い。

【0047】又、強磁性層7の残留磁化と膜厚との積は、強磁性層7-1の残留磁化と膜厚との積より小さく設定されている。

【0048】図3は、Si基板上に形成された膜厚10nmの单一のCoPt層の面内磁気特性を示す図である。図3中、縦軸は磁化(emu)、横軸は保磁力(Oe)を示す。従来の磁気記録媒体は、図3に示す如き特性を示す。

【0049】図4は、上記記録媒体の第1実施例の如く、膜厚が0.8nmのRu層で分離された2つのCoPt層の面内磁気特性を示す図である。図4中、縦軸は残留磁化(Gauss)、横軸は保磁力(Oe)を示す。図4からもわかるように、ループは保磁力近傍でシフトを生じ、反強磁性結合が発生していることがわかる。図5は、膜厚が1.4nmのRu層で分離された2つのCoPt層の面内磁気特性を示す図である。図5中、縦軸は残留磁化(emu)、横軸は保磁力(Oe)を示す。図5からもわかるように、2つのCoPt層の磁化方向は平行である。図6は、上記第2実施例の如く、膜厚が0.8nmのRu層で分離された2つのCoCrPt層の面内磁気特性を示す図である。図6中、縦軸は残留磁化(emu/cc)、横軸は保磁力(Oe)を示す。図6からもわかるように、ループは保磁力近傍でシフトを生じ、反強磁性結合が発生していることがわかる。

【0050】図3及び図4より、交換層構造を設けることにより、反平行結合を得られることがわかる。又、図5を、図4及び図6と比較することでわかるように、非磁性結合層8の膜厚は、反平行結合を得るために、好ましくは0.4~1.0nmの範囲に選定される。

【0051】従って、磁気記録媒体の第1及び第2実施例によれば、磁性層と強磁性層との間の非磁性結合層を介した交換結合により、解像度を犠牲にすることなく、実効粒子体積を増大させることができる。つまり、熱安定性の良い媒体を実現できるように、粒子体積から見ると、磁性層の見かけ上の膜厚を増加させることができるのである。又、実際の磁性層の膜厚は増加しないので、磁性層の増加した見かけ上の膜厚により、解像度が影響されることはない。この結果、媒体ノイズが低減され、且つ、熱安定性の向上された磁気記録媒体を得ることができる。

【0052】以下、さらに本発明の第3実施例を示す。40 本発明になる第3実施例は前述の第1、第2実施例において説明した強磁性層と非磁性結合層との間、或いは磁性層と非磁性結合層との間の少なくとも一方に、更に磁性接合層を設けた層構造を示す。本実施例は、交換結合作用の効果を強めるために新たに磁性接合層を設け、熱安定性をさらに向上させる。

【0053】図7は、本発明になる磁気記録媒体の第3実施例の要部を示す断面図である。磁気記録媒体は、非磁性基板101、シード層102、下地層103、非磁性中間層104、強磁性層105、下部磁性接合層106、非磁性結合層107、上部磁性接合層108、磁性

層 109、保護層 110 及び潤滑層 111 が、図 7 に示すようにこの順序で積層された構造を有する。

【0054】上記下部磁性接合層 106、上部磁性接合層 108 はいずれか一方としても良い。下部磁性接合層 106 及び上部磁性接合層 108 をそれぞれ設けたときには、この両層 106、108 の交換結合作用は、強磁性層 105 と磁性層 109 との交換結合作用より大きくなるように設定する。このように設定することで、非磁性結合層 107 上下の交換結合力が高まり、磁気記録媒体としての熱安定性を向上させることができる。

【0055】いずれか一方に磁性接合層を設けた場合でも、下部磁性接合層 106 と磁性層 109 或いは上部磁性接合層 108 と強磁性層 105 との交換結合力が高まり、磁気記録媒体としての熱安定性を向上させることができる。

【0056】例えば、上記非磁性基板 101 は、A1、A1 合金又はガラスからなる。この非磁性基板 101 は、テクスチャ処理を施されていても、施されていなくても良い。

【0057】シード層 102 は、特に非磁性基板 101 が A1 又は A1 合金からなる場合には、例えば NiP からなる。NiP は、テクスチャ処理又は酸化処理を施されていても、施されていなくても良い。又はシード層 102 は、特に非磁性基板 101 がガラスからなる場合には、例えば NiA1、FeA1 からなるグループから選択された B2 構造を有する合金からなる。上記シード層 102 は下地層 103 の (001) 面又は (112) 面の配向を良好にするために設けられている。

【0058】本磁気記録媒体を磁気ディスクとする場合、非磁性基板 101 又は NiP を用いたシード層 102 に施されるテクスチャ処理は、ディスクの周方向、即ち、ディスク上のトラックが延在する方向に沿って行われる。

【0059】前記非磁性中間層 104 は、磁性層 109 のエピタキシャル成長、粒子分布幅の減少、及び磁気記録媒体の記録面と平行な面に沿った磁性層 109 の異方性紬（磁化容易紬）の配向を促進するために設けられている。この非磁性中間層 104 は、CoCr-M 等の hcp 構造を有する合金からなり、1~5 nm の範囲に選定された膜厚を有する。ここで、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu、又はこれらの合金である。

【0060】上記強磁性層 105 は、Co、Ni、Fe、Co 系合金、Ni 系合金、Fe 系合金等からなる。つまり、CoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-M を含む Co 系合金を、強磁性層 105 に用いることができる。ここで、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu、又はこれらの合金である。

【0061】下部磁性接合層 106 は、Co、Fe、Co 系合金、Fe 系合金からなる。つまり、CoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-M を含む Co 系合金

を、下部磁性接合層 106 に用いることができる。ここで、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu 又はこれらの合金である。この下部磁性接合層 106 の Co 濃度又は Fe 濃度は、強磁性層 105 の Co 濃度又は Fe 濃度より高くすることが望ましい。下部磁性層 106 は、1~5 nm の範囲内で選定された膜厚を有する。

【0062】なお、強磁性層 105 に Co 又は Fe を用いた場合には、下部磁性接合層 106 を省略することができ、下部磁性接合層 106 を設ける場合には、強磁性層 105 とは逆に Fe 又は Co を用いる。

【0063】前記非磁性結合層 107 は、Ru、Rh、Ir、Cr、Cu、Ru 系合金、Rh 系合金、Ir 系合金、Cr 系合金、及び Cu 系合金等からなる。例えば、この非磁性結合層 107 は、Ru で形成した場合には 0.4~1.0 nm の範囲に選定された膜厚を有し、好ましくは約 0.8 nm の膜厚を有する。この非磁性結合層 107 の膜厚をこのような範囲に選定することにより、強磁性層 105 及び磁性層 109 の磁化方向が互いに反平行となる。

【0064】上部磁性接合層 108 は、下部磁性接合層 106 と同様の組成から選択することができる。上部磁性接合層 108 の Co 濃度又は Fe 濃度についても、磁性層 109 の Co 濃度又は Fe 濃度より高く設定することが好ましい。上部磁性接合層 108 は、1~5 nm の範囲内で選定された膜厚を有する。なお、磁性層 109 に Co 又は Fe を用いた場合には、上部磁性接合層 108 を省略することができ、上部磁性接合層 108 を設ける場合には、磁性層 109 とは逆に Fe 又は Co を用いる。

【0065】上記非磁性結合層 107 に Ru、Rh、Ir、Cr、Cu、Ru 系合金、Rh 系合金、Ir 系合金、又は Cu 系合金を用いる場合には、磁性接合層 106、108、には Co、Co 系合金、又は NiFe を用いることが推奨され、非磁性結合層 107 に Cr、又は Cr 系合金を用いる場合には、磁性接合層 106、108 には Fe、又は Fe 系合金を用いることが推奨される。

【0066】ここで、前記強磁性層 105 と非磁性結合層 107 は基本的な交換層構造を構成する。そして、非磁性結合層 107 に接して、設けられる下部磁性接合層 106 及び上部磁性接合層 108 はこの交換層構造の交換結合作用を高める機能を果たす。

【0067】上記磁性層 109 は、Co 又は CoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-M を含む Co 系合金等からなる。ここで、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu、又はこれらの合金である。磁性層 109 は、5~30 nm の範囲に選定された膜厚を有する。勿論、磁性層 109 は、単一層構造のものに限定されず、多層構造からなる構成であっても良いことは、言うまでもない。

【0068】上記保護層 110 及び潤滑層 111 は上記第 1、第 2 実施例と同様に構成することができる。交換

層構造の下に設けられる層構造は、勿論図7に示すものに限定されない。例えば、下地層103は、Cr又はCr系合金からなり、基板101上に5~40nmの範囲に選定された膜厚に形成し、交換層構造は、このような下地層103上に設けても良い。

【0069】図8は、ガラス基板上にシード層、下地層、非磁性中間層、強磁性層、Ru非磁性結合層、CoCr系合金磁性層を形成して、Ruで分離された2つのCoCr系合金層の面内特性を示している。

【0070】強磁性層と磁性層については同じCoCr系合金を用いている。2つのループは、Co及びCrの濃度を異なるものとし、CoとCr以外の成分、層構成は等しい2つのグループについて示している。図中、縦軸は磁化(emu/cc)、横軸は磁界(Oe)である。

【0071】図8からも分かるように、2つのループ共に縦軸近傍でシフトを生じ、反強磁性結合が発生していることが分かる。さらに、Co濃度の高い方(破線Co-rich)の保磁力が大きいことも分かる。交換層構造を有しない従来の磁気記録媒体においてもその磁性層のCo濃度の高い方と低い方とでは、高い方の保磁力が400Oe程度向上する。ループシフトは磁性層と強磁性層の間に起こる反強磁性結合による磁界と外部印加磁界の和が保磁力と等しくなった時に起きるため、ループのシフト位置と保磁力の差が反強磁性交換結合の強さになる。図8のループシフトは、ほぼ同じ磁界の位置で起つているが、保磁力の違いから、Co濃度の高い方(破線)の交換結合が大きいことが分かる。また、ループの角型も良くなる。

【0072】従って、Co濃度の高い合金を前記磁性接合層に採用することにより交換結合作用を増大させ、より熱安定性の良い媒体を実現できる。

【0073】次に、本発明になる磁気記憶装置の一実施例を、図9及び図10と共に説明する。図9は、磁気記憶装置の一実施例の要部を示す断面図であり、図10は、磁気記憶装置の一実施例の要部を示す平面図である。

【0074】図9及び図10に示すように、磁気記憶装置は大略ハウジング13からなる。ハウジング13内には、モータ14、ハブ15、複数の磁気記録媒体16、複数の記録再生ヘッド17、複数のサスペンション18、複数のアーム19及びアクチュエータユニット20が設けられている。磁気記録媒体16は、モータ14により回転されるハブ15に取り付けられている。記録再生ヘッド17は、MRヘッドやGMRヘッド等の再生ヘッドと、インダクティブヘッド等の記録ヘッドとからなる。各記録再生ヘッド17は、対応するアーム19の先端にサスペンション18を介して取り付けられている。アーム19はアクチュエータユニット20により駆動される。この磁気記憶装置の基本構成自体は周知であり、

その詳細な説明は本明細書では省略する。

【0075】磁気記憶装置の本実施例は、磁気記録媒体16に特徴がある。各磁気記録媒体16は、図1、図2及び図7と共に説明した、上記磁気記録媒体の第1実施例から第3実施例の構造を有する。勿論、磁気記録媒体16の数は3枚に限定されず、1枚でも、2枚又は4枚以上であっても良い。

【0076】磁気記憶装置の基本構成は、図9及び図10に示すものに限定されるものではない。又、本発明で用いる磁気記録媒体は、磁気ディスクに限定されない。

【0077】以上、本発明を実施例により説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、種々の変形及び改良が可能であることは、言うまでもない。

【0078】なお、前述した発明に関して、さらに以下の付記を示す。

【0079】(付記1) 少なくとも1つの交換層構造と該交換層構造上に設けられた磁性層を備え、該交換層構造は強磁性層と該強磁性層上に設けられた非磁性結合層を含む磁気記録媒体であって、前記強磁性層と前記非磁性結合層との間及び該非磁性結合層と前記磁性層との間のうち少なくとも一方の間に磁性接合層を含み、前記磁性接合層は接する前記強磁性層及び前記磁性層と平行な磁化方向を有する、磁気記録媒体。

【0080】(付記2) 付記1に記載の磁気記録媒体において、前記磁性接合層は前記強磁性層及び前記磁性層とは異なる強磁性材料からなることを特徴とする磁気記録媒体。

【0081】(付記3) 付記1又は2に記載の磁気記録媒体において、前記非磁性結合層の上下に上部磁性接合層及び下部磁性接合層を有し、該上部磁性接合層と下部磁性接合層との間の交換相互作用は、前記磁性層と前該磁性層との間の交換相互作用よりも大きいことを特徴とする磁気記録媒体。

【0082】(付記4) 付記1から3のいずれかに記載の磁気記録媒体において、前記非磁性結合層は、Ru、Rh、Ir、Cr、Cu、Ru系合金、Rh系合金、Ir系合金、Cr系合金及びCu系合金からなるグループから選択された材料からなることを特徴とする磁気記録媒体。

【0083】(付記5) 付記1から4いずれかに記載の磁気記録媒体において、前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向とは互いに反平行であることを特徴とする磁気記録媒体。

【0084】(付記6) 付記5記載の磁気記録媒体において、前記非磁性結合層はRu、Rh、Ir、Cr、Ru系合金、Rh系合金、Ir系合金及びCr系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には0.4から1.0nmの範囲内で選定された膜厚を有し、Cu及びCu系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には1.5から2.1nmの範

・囲内で選定された膜厚を有することを特徴とする磁気記録媒体。

【0085】(付記7) 付記1から4いずれかに記載の磁気記録媒体において、前記強磁性層の磁化方向と前記磁性層の磁化方向とは互いに平行であることを特徴とする磁気記録媒体。

【0086】(付記8) 付記7記載の磁気記録媒体において、前記非磁性結合層はRu、Rh、Ir、Cu、Ru系合金、Rh系合金、Ir系合金及びCu系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には0.2から0.4nm及び1.0から1.7nmの範囲から選定された膜厚を有し、Cr及びCr系合金からなるグループから選択された材料で形成される場合には1.0から1.4nm及び2.6から3.0nmの範囲から選定された膜厚を有することを特徴とする磁気記録媒体。

【0087】(付記9) 付記1から8のいずれかに記載の磁気記録媒体において、前記強磁性層は、Co、Ni、Fe、Ni系合金、Fe系合金、及びCoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-Mを含むCo系合金からなるグループから選択された材料からなり、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu、又はこれらの合金であることを特徴とする磁気記録媒体。

【0088】(付記10) 付記9記載の磁気記録媒体において、前記強磁性層は、2~10nmの範囲内で選定された膜厚を有することを特徴とする磁気記録媒体。

【0089】(付記11) 付記1から10のいずれかに記載の磁気記録媒体において、前記磁性接合層は、Co、Fe、Fe系合金、Ni系合金及びCoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-Mを含むCo系合金からなるグループから選択された材料からなり、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu、又はこれらの合金であることを特徴とする磁気記録媒体。

【0090】(付記12) 付記11記載の磁気記録媒体において、前記磁性接合層のCo濃度又はFe濃度は、前記強磁性層及び磁性層のCo濃度又はFe濃度より高いことを特徴とする磁気記録媒体。

【0091】(付記13) 付記1から12のいずれかに記載の磁気記録媒体において、前記磁性接合層は1から5nmの範囲内で選定された膜厚を有することを特徴とする磁気記録媒体。

【0092】(付記14) 付記1から13のいずれかに記載の磁気記録媒体において、前記磁性層は、Co、Ni、Fe、Ni系合金、Fe系合金、及びCoCrTa、CoCrPt、CoCrPt-Mを含むCo系合金からなるグループから選択された材料からなり、M=B、Mo、Nb、Ta、W、Cu、又はこれらの合金であることを特徴とする磁気記録媒体。

【0093】(付記15) 付記1から14のいずれかに記載の磁気記録媒体において、少なくとも第1の交換

層構造と該第1の交換層構造と該磁性層との間に設けられた第2の交換層構造を備え、該第2の交換層構造の強磁性層の磁気異方性は該第1の交換層構造の強磁性層の磁気異方性より弱く、該第1及び第2の交換層構造の強磁性層は互いに磁化方向が反平行であることを特徴とする磁気記録媒体。

#### 【0094】

【発明の効果】以上詳述したところから明らかのように、本発明によれば、書き込まれたピットの熱安定性を向上し、媒体ノイズを低減し、磁気記録媒体の性能に悪影響を及ぼすことなく信頼性の高い高密度記録を行える磁気記録媒体及び磁気記憶装置を実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による磁気記録媒体の第1実施例の要部を示す断面図である。

【図2】本発明による磁気記録媒体の第2実施例の要部を示す断面図である。

【図3】Si基板上に形成された膜厚10nmの单一のCoPt層の面内磁気特性を示す図である。

【図4】膜厚が0.8nmのRu層で分離された2つのCoPt層の面内磁気特性を示す図である。

【図5】膜厚が1.4nmのRu層で分離された2つのCoPt層の面内磁気特性を示す図である。

【図6】膜厚が0.8nmのRu層で分離された2つのCoCrPt層の面内磁気特性を示す図である。

【図7】本発明による磁気記録媒体の第3実施例の要部を示す断面図である。

【図8】Ruで分離された2つのCoCr系合金層の面内特性について示す図である。

【図9】本発明による磁気記憶装置の一実施例の要部を示す断面図である。

【図10】磁気記憶装置の一実施例の要部を示す平面図である。

#### 【符号の説明】

1	基板
2	第1のシード層
3	NiP層
4	第2のシード層
5	下地層
6	非磁性中間層
7、7-1	強磁性層
8、8-1	非磁性結合層
9	磁性層
10	保護層
11	潤滑層
13	ハウジング
16	磁気記録媒体
17	記録再生ヘッド
101	基板
102	シード層

- 1 0 3 下地層
- 1 0 4 非磁性中間層
- 1 0 5 強磁性層
- 1 0 6 (下部) 磁性接合層

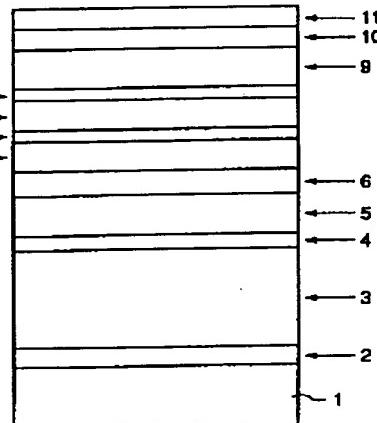
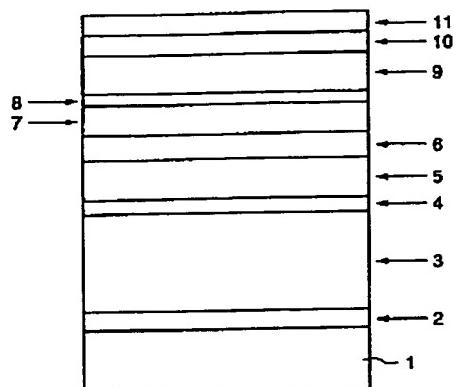
- 1 0 7 非磁性結合層
- 1 0 8 (上部) 磁性接合層
- 1 0 9 磁性層

【図 1】

【図 2】

本発明になる磁気記録媒体の第1実施例の要部を示す断面図

本発明になる磁気記録媒体の第2実施例の要部を示す断面図

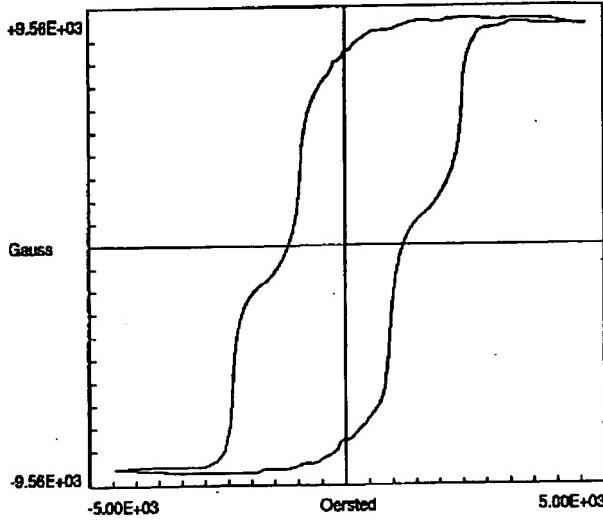
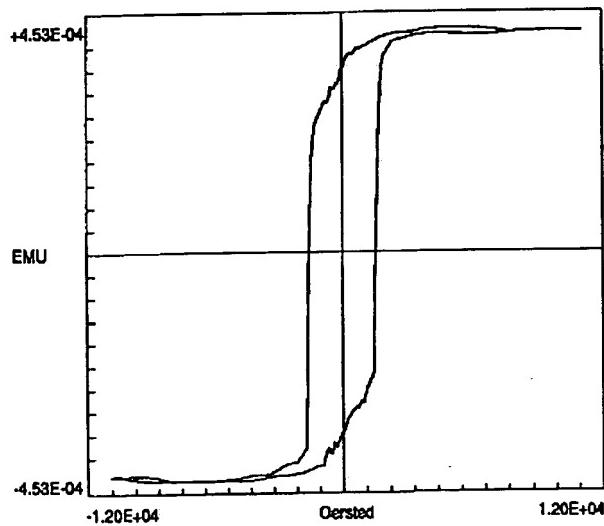


【図 3】

【図 4】

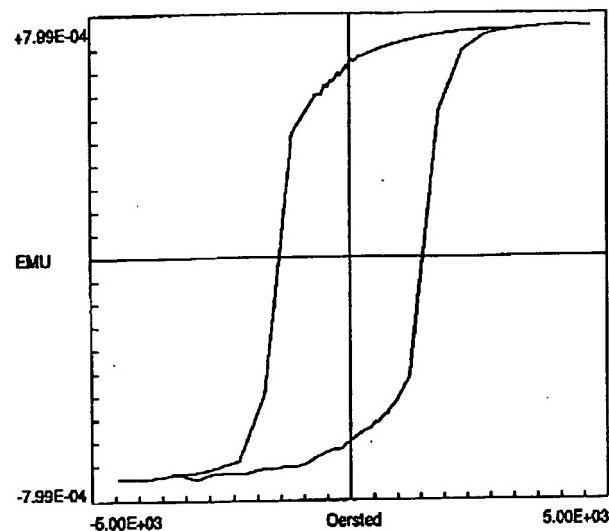
Si基板上に形成された膜厚10nmの単一のCoPt層の面内磁気特性を示す図

膜厚が0.8nmのRu層で分離された2つのCoPt層の面内磁気特性を示す図



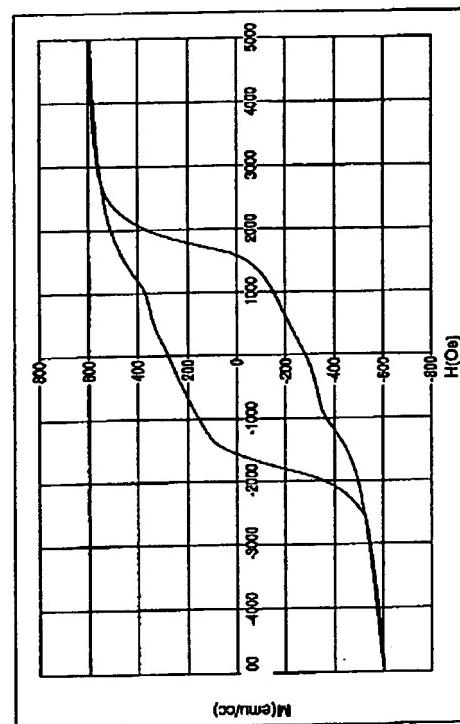
【図 5】

膜厚が1.4nmのRu層で分離された2つのCoPt層の面内磁気特性を示す図



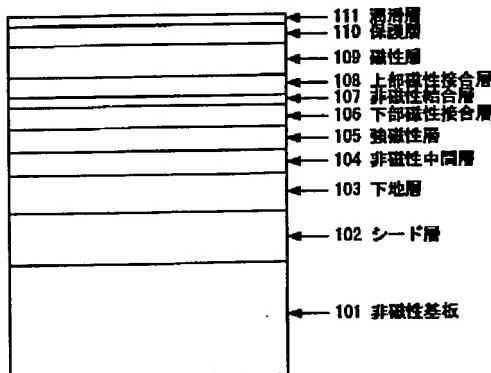
【図 6】

膜厚が0.8nmのRu層で分離された2つのCoCrPt層の面内磁気特性を示す図



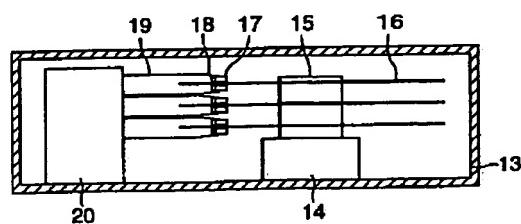
【図 7】

本発明になる磁気記録媒体の第3実施例の要部を示す断面図



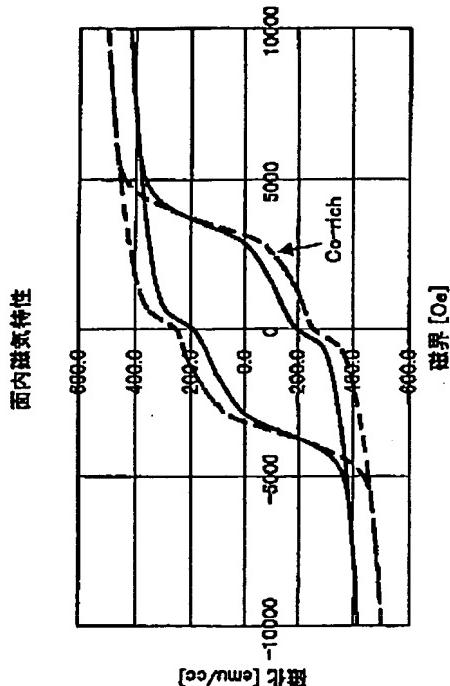
【図 9】

本発明になる磁気記憶装置の一実施例の要部を示す断面図



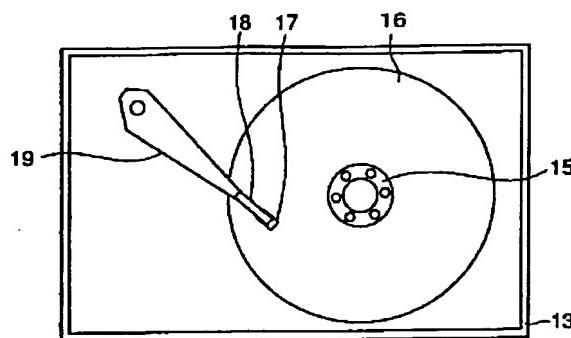
【図8】

Ruで分離された2つのCo-Cr系合金層の面内特性について示す図



【図10】

磁気記憶装置の一実施例の要部を示す平面図



フロントページの続き

(72)発明者 岡本 巍  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 溝下 義文  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
Fターム(参考) 5D006 BB01 BB07 BB08 CA01 CA05  
5E049 AA01 AA04 AA07 AA09 AC05  
BA06 CB02 CC01 DB02 DB04  
DB12